

# DESAIN DAN ANALISA INFRASTRUKTUR JARINGAN WIRED DI PDII-LIPI JAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN METODE NETWORK DEVELOPMENT LIFE CYCLE (NDLC)

## DESIGN AND ANALYSIS OF INFRASTRUCTURE WIRED NETWORK IN PDII-LIPI JAKARTA USING NETWORK DEVELOPMENT LIFE CYCLE (NDLC)

Arif Nurfajar<sup>1</sup>, M. Teguh Kurniawan<sup>2</sup>, Umar Yunan K.S.H<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Sistem Informasi, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

<sup>1</sup>arifnurfajar@gmail.com, <sup>2</sup>mtk@telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>umaryunan@telkomuniversity.ac.id

### Abstrak

Teknologi Informasi sudah menjadi suatu hal yang harus dimiliki oleh setiap perusahaan pada saat ini. Dengan menerapkan TI pada perusahaan, sistem informasi pada perusahaan akan bekerja secara maksimal sehingga kinerja perusahaan akan meningkat. Teknologi informasi juga harus didukung oleh infrastruktur dan manajemen jaringan yang baik dan juga mempertimbangkan beberapa hal dalam membangun suatu jaringan seperti tata letak, desain bangunan, dan media transmisi yang akan digunakan. Jaringan LAN dengan menggunakan media transmisi kabel (*wired*) mempunyai koneksi yang lebih stabil sehingga pertukaran data yang dilakukan akan lebih cepat dan meningkatkan performansi TI untuk perusahaan. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (PDII-LIPI) membutuhkan koneksi yang stabil dalam menjalankan proses bisnisnya. Perancangan jaringan baru memperbaiki kekurangan pada jaringan eksisting dengan menggunakan konsep *Cisco Three-Layer Hierarchial Model*, alokasi *IP address* dan mendokumentasikan konfigurasi yang telah dibangun.

**Kata kunci :** teknologi informasi, media transmisi kabel, *cisco three-layer hierarchial model*

### Abstract

Information technology has become a matter that should be owned by every company. By applying IT in the enterprise, the information system will work optimally so the performance of the company will increase. Information technology should also supported by the good infrastructure and network management and also consider several things in building a network such as the layout, building design, and transmission media to be used. LAN network using a wired transmission medium have a more stable connection so that the data exchange will be done more quickly and can improve IT performance for the company. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (PDII-LIPI) require a stable connection in running the business process. The new wired network design improve the existing network using *Cisco Three-Layer Hierarchial Model*, *IP address allocation* and documenting the configuration that has been built.

**Keywords :** information technology, cable transmission medium, *cisco three-layer hierarchial model*

### 1. Pendahuluan

Penggunaan internet merupakan salah satu penerapan TI yang sudah digunakan di seluruh dunia. Pengguna internet di Indonesia sudah mencapai 82 juta orang [1], data ini didukung oleh statistik pengguna internet di Indonesia yang dikeluarkan oleh Asosiasi Penyedia Jasa Internet Indonesia (APJII) untuk beberapa tahun kemudian [2]. Jaringan komputer dibagi menjadi beberapa klasifikasi berdasarkan wilayah jangkauannya salah satunya adalah *Local Area Network (LAN)*. Jaringan *LAN* memiliki performansi yang baik dan mendukung konektivitas yang cepat. Penggunaan jaringan *LAN* terutama *Wired LAN* atau menggunakan kabel merupakan poin penting yang harus dipertimbangkan dalam membuat sebuah desain infrastruktur jaringan. Jaringan *LAN* dengan menggunakan kabel (*wired*) mempunyai koneksi yang stabil sehingga ketika melakukan pertukaran data atau berkomunikasi, kemungkinan terjadinya gangguan atau *collision* lebih kecil. Sehingga pertukaran data yang dilakukan akan berjalan lebih cepat sehingga akan meningkatkan performansi TI untuk perusahaan.

Pusat Dokumentasi Dan Informasi Ilmiah - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (PDII-LIPI) merupakan lembaga yang berfokus pada tiga jenis kegiatan utama yaitu jasa dokumentasi, jasa informasi, pembinaan dan pengembangan di bidang dokumentasi informasi. Dalam merancang desain jaringan usulan pada PDII-LIPI metode yang digunakan adalah *Network Development Life Cycle (NDLC)* dan konsep *Cisco Three-Layer Hierarchial Design Model*. Perbaikan infrastruktur jaringan yang diusulkan akan membantu proses bisnis PDII-LIPI dan mempermudah dalam melakukan manajemen jaringan.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 LAN

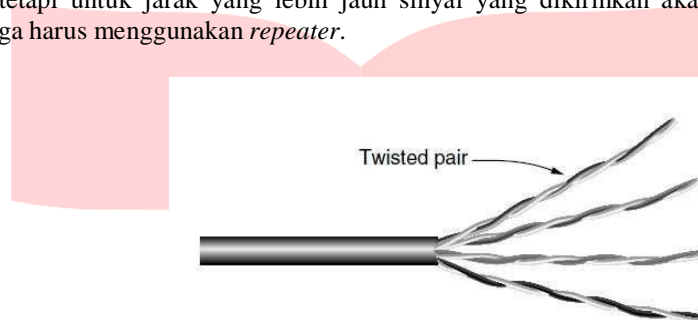
*Local Area Network (LAN)* merupakan jaringan pribadi yang mencakup sebuah bangunan seperti rumah, kantor, ataupun sebuah gedung berlantai. Teknologi LAN biasa digunakan untuk melakukan *resource sharing* seperti penggunaan *printer* dan melakukan pertukaran informasi. Untuk mengurangi penggunaan kabel dalam melakukan pertukaran informasi dapat menggunakan *Wireless LAN (WLAN)*.

### 2.2 Media Transmisi

Beberapa media transmisi yang dapat digunakan adalah sebagai berikut [3].

#### 1. Twisted Pair

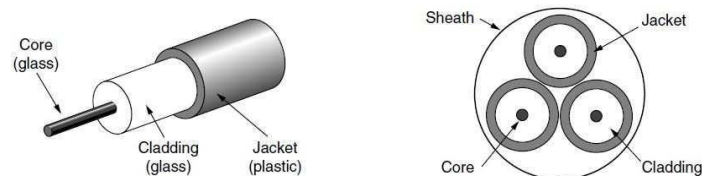
*Twisted Pair* terdiri dari dua kabel tembaga yang terisolasi dan mempunyai tebal sekitar 1mm. Kedua kabel tersebut saling melilit seperti molekul DNA. Keuntungan dari *twisted pair* adalah memberikan kekebalan yang lebih terhadap *external noise* yang biasanya akan mempengaruhi kedua kabel. Pada umumnya kabel *twisted pair* digunakan pada sistem telepon seperti untuk melakukan panggilan telepon atau koneksi internet dengan menggunakan ADSL. Kabel *twisted pair* dapat digunakan untuk pengiriman data dengan jarak beberapa kilometer tanpa penguatan. Akan tetapi untuk jarak yang lebih jauh sinyal yang dikirimkan akan mengalami pelemahan sehingga harus menggunakan *repeater*.



Gambar I. 1 Twisted Pair Cable.

#### 2. Fiber Optics

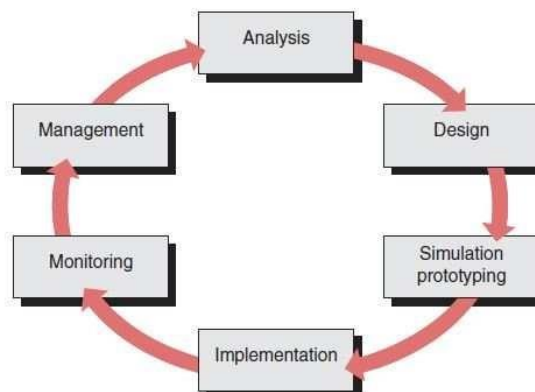
*Fiber Optics* atau Serat Optik digunakan untuk transmisi jarak jauh sebagai jaringan *backbone* dan akses kecepatan tinggi seperti FTTH (*Fiber To The Home*). Serat optik menggunakan sistem transmisi optikal yang mempunyai tiga komponent utama yaitu sumber cahaya, media transmisi, dan detector.



Gambar I. 2 Fiber Optics.

### 2.3 Network Development Life Cycle (NDLC)

*Network Development Life Cycle (NDLC)* merupakan suatu metode yang digunakan dalam mengembangkan atau merancang jaringan infrastruktur yang memungkinkan terjadinya pemantauan jaringan untuk mengetahui statistic dan kinerja jaringan.



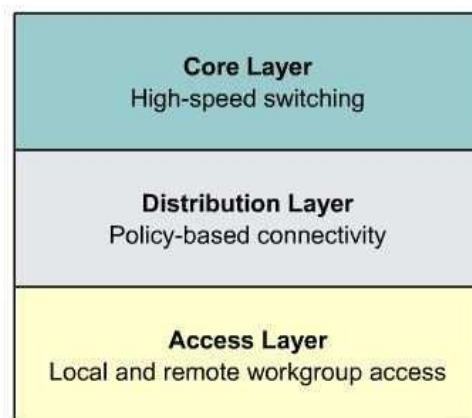
Gambar I. 3 NDLC.

Tahap-tahap pada *Network Development Life Cycle (NDLC)* dibagi menjadi enam tahap yaitu [4].

1. *Analysis*  
Tahap ini merupakan tahap analisa kebutuhan, permasalahan, permintaan *user* dan topologi jaringan. Metode yang digunakan pada tahap ini yaitu:  
Wawancara  
Survey  
Membaca dokumentasi eksisting  
Menganalisa data-data sebelumnya
2. *Design*  
Pada tahap ini, data-data yang telah diperoleh akan menjadi dasar dalam membuat desain topologi jaringan yang akan dibangun. Desain tersebut dapat berupa desain struktur topologi, desain akses data, atau desain *layout* kabel.
3. *Simulation Prototyping*  
Setelah melakukan analisi dan desain, tahap selanjutnya adalah melakukan simulasi dan membuat *prototype* berdasarkan desain yang telah dirancang. *Tools* yang dapat digunakan untuk melakukan simulasi jaringan adalah *Packet Tracer*, *GNS3*, dan sebagainya.
4. *Implementation*  
Tahapan ini merupakan tahap yang membutuhkan waktu yang lebih lama dari tahap sebelumnya. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui kesuksesan dari desain jaringan yang telah dibangun.
5. *Monitoring*  
Setelah melakukan implementasi, tahapan ini merupakan tahap penting dalam merancang desain jaringan. Tujuannya adalah untuk memastikan jaringan komputer berjalan sesuai dengan tujuan pada tahap analisis.
6. *Management*  
*Management* adalah tahap terakhir dalam metode *NDLC*. Pada tahap ini, pembuatan kebijakan merupakan hal penting yang harus mendapat perhatian khusus. Kebijakan yang disusun tergantung berdasarkan kebijakan yang dimiliki oleh level manajemen dan strategi bisnis perusahaan terkait.

#### 2.4 Cisco Three-Layer Hierarchial Design Model

*Cisco Three-Layer Hierarchial Design Model* adalah sebuah model desain jaringan hirarkis yang memecah masalah kompleks pada desain jaringan menjadi lebih kecil dan mudah untuk dikelola. Model ini dibagi menjadi tiga lapisan dengan tujuan untuk mengoptimalkan perangkat keras dan perangkat lunak jaringan dalam melakukan fungsinya pada masing-masing lapisan [5].



Gambar I. 4 *Cisco Three-Layer Hierarchial Model*.

Berikut ini adalah penjelasan tiga lapisan pada *Cisco Three-Layer Hierarchial Design Model*.

1. *Core*  
Lapisan ini menyediakan struktur transportasi yang optimal dan dapat diandalkan dengan meneruskan lalu lintas jaringan pada kecepatan yang tinggi. Perangkat pada lapisan ini hanya terfokus dalam melakukan *switching packets* sehingga tidak dibebani oleh proses lainnya. Pada lapisan ini proses yang dilakukan meliputi *access-list checking*, *data encryption*, dan *address translation*.
2. *Distribution*  
Lapisan distribusi terletak antara lapisan *access* dan *core*. Fungsi lapisan ini adalah untuk menyediakan pembatasan pada penggunaan *access-list* dan *filtering* sebelum memasuki lapisan

inti atau *core*. Lapisan ini menetapkan kebijakan untuk menangani lalu lintas jaringan. Kebijakan yang digunakan yaitu *routing updates*, *route summaries*, *VLAN traffic*, dan *address aggregation*. Penggunaan *routing protokol* yang berbeda akan diatur pada lapisan ini dengan menggunakan *redistribute*.

### 3. Access

Lapisan akses menyediakan lalu lintas ke dalam jaringan dan melakukan kontrol jaringan untuk *end users*. Lapisan ini berperan sebagai pintu masuk ke dalam jaringan. Selain berperan sebagai pintu masuk, lapisan akses memberikan akses *remote* untuk jaringan dengan teknologi yang mempunyai area luas seperti *Frame Relay*, *ISDN* atau *leased lines*.

## 2.5 GNS 3

GNS3 (*Graphic Network Simulator 3*) merupakan sebuah *simulator* yang dapat melakukan emulasi jaringan yang kompleks. Simulator ini dapat mensimulasikan suatu jaringan usulan seperti saat jaringan nyata bekerja tanpa harus memiliki perangkat jaringan seperti *router* dan *switch*.

## 2.6 Wireshark

*Wireshark* adalah aplikasi untuk menganalisa paket jaringan. Aplikasi tersebut akan mencoba untuk menangkap paket jaringan dan menampilkan data yang ada di dalam paket secara detail [8]. *Wireshark* mampu menangkap paket-paket data/informasi pada paket yang berada di jaringan.

## 2.7 Quality of Service

*Quality of Service (QoS)* adalah kemampuan suatu jaringan untuk memberikan layanan yang lebih baik untuk lalu lintas jaringan yang dipilih. Tujuan utama dari *QoS* adalah untuk memberikan prioritas terutama pada *bandwidth*, pengontrolan pada *jitter* dan *latency*, dan pengurangan *packet loss* [9]. Pengembangan *QoS* bertujuan untuk memberikan koneksi dengan performansi tertentu pada suatu jaringan. Pemberian koneksi tersebut diukur oleh beberapa *parameter*. Penjelasan *parameter* yang digunakan pada *QoS* adalah sebagai berikut.

### 1. Packet Delay

*Packet Delay* atau *latency* adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, *congestion*, atau waktu proses yang lama. Rumus perhitungan *delay* adalah sebagai berikut.

$$= \frac{\text{total}}{\text{total paket yang diterima}}$$

### 2. Throughput

*Throughput* adalah kecepatan *transfer* data efektif yang diukur dalam *bps*. *Throughput* dapat diartikan sebagai jumlah total kedatangan paket yang sukses saat diamati pada *destination* selama *interval* waktu tertentu dibagi oleh durasi *interval* waktu tersebut. Rumus perhitungan *throughput* adalah sebagai berikut.

$$h = \frac{\text{jumlah data yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman data}}$$

### 3. Packet Loss

Merupakan sebuah parameter yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang. Hal ini dapat disebabkan karena terjadi *collision* dan *congestion* pada jaringan. Rumus perhitungan *packet loss* adalah sebagai berikut.

$$\# \% \text{ \&\& } = \frac{\text{'paket yang dikirim - paket yang diterima}}{\text{paket yang dikirim}} \times 100\%$$

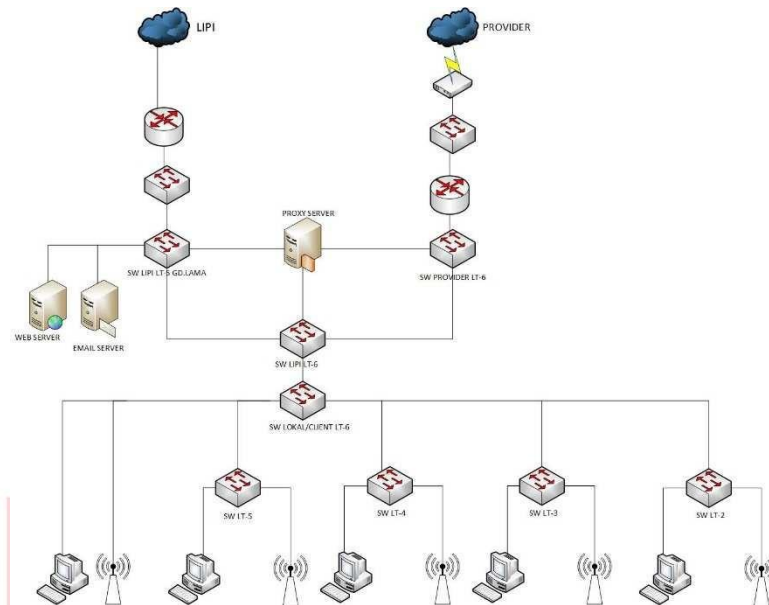
### 4. Jitter

*Jitter* merupakan variasi kedatangan paket data. Hal tersebut diakibatkan oleh variasi dalam panjang antrian, waktu pengolahan data, dan waktu penghimpunan ulang paket di akhir perjalanan *jitter*.

## 3. Perancangan dan Analisis Desain Jaringan

### 3.1 Analisa Desain Jaringan Eksisting

Berikut ini adalah topologi jaringan eksisting di PDII-LIPI Jakarta.

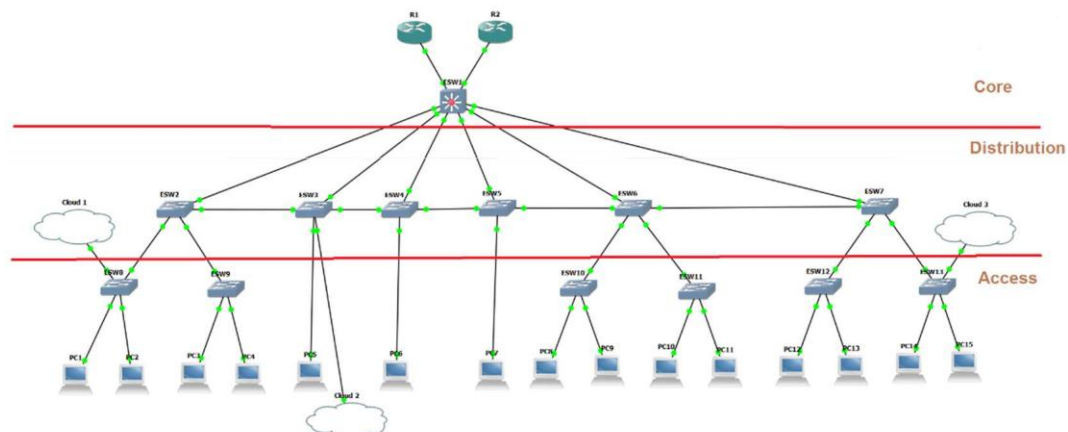


Gambar I. 5 Topologi jaringan eksisting PDII-LIPI.

PDII-LIPI Jakarta memiliki dua jalur koneksi *internet* dari *provider* yang berbeda yang akan disebarkan ke pengguna. Salah satu jalur koneksi tersebut berperan sebagai jalur utama dalam melakukan kegiatan utama PDII-LIPI. Pada lapisan *access*, pengguna di PDII-LIPI menggunakan *access point* ataupun media kabel untuk terhubung dengan *internet*. Akan tetapi kondisi jaringan eksisting PDII tidak *redundant* karena hanya memiliki satu jalur seperti yang terlihat pada *switch* lokal dengan *switch* LIPI. Hal tersebut akan mengurangi kinerja dari jaringan di PDII-LIPI karena apabila jalur tersebut mati maka seluruh perangkat di lapisan *access* tidak akan mendapat koneksi.

### 3.2 Perancangan Desain Jaringan Baru

Desain topologi jaringan baru di PDII-LIPI adalah sebagai berikut.



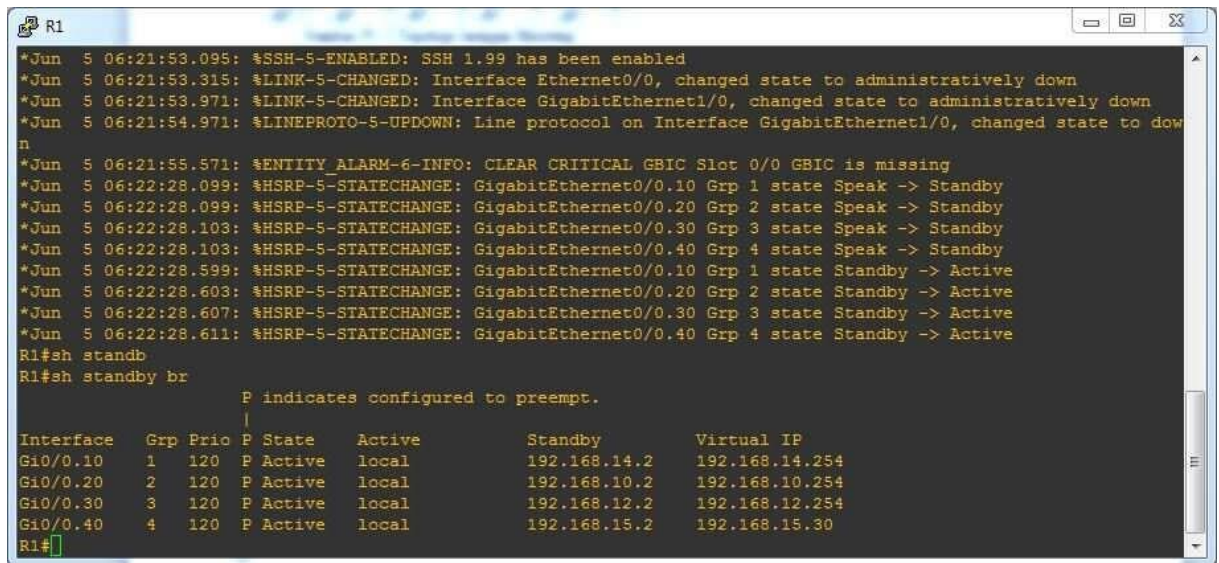
Gambar I. 6 Topologi jaringan baru PDII-LIPI.

Pada topologi baru PDII-LIPI, perancangan topologi jaringan mengacu pada *Cisco Three-Layer Hierarchical Design Model*. Router yang terletak di lapisan *core* berfungsi untuk menerima dan menyalurkan koneksi internet ke pengguna di lapisan akses. *Switch* pada layer *distribution* ditempatkan di setiap lantai PDII-LIPI sebagai *switch* utama dalam menghubungkan perangkat jaringan di lapisan *access*. Pengguna di PDII-LIPI dibagi menjadi empat kategori yang masing-masing kategori termasuk dalam sebuah *vlan*. Pembagian kategori tersebut didasarkan pada banyaknya jumlah pengguna dan untuk alokasi alamat IP di sisi pengguna.

### 3.3 Analisa Desain Jaringan Baru

PDII-LIPI menggunakan dua koneksi internet dalam melakukan kegiatan sehari-hari. Koneksi tersebut dibagi menjadi koneksi utama dan koneksi *back-up* atau cadangan apabila koneksi utama yang digunakan mati atau bermasalah. Untuk mengatasi pemindahan koneksi tersebut digunakan metode HSRP atau *Hot Standby Router Protocol* pada *router* yang terhubung dengan *switch*. Satu *router* akan bertindak sebagai *active router* dan

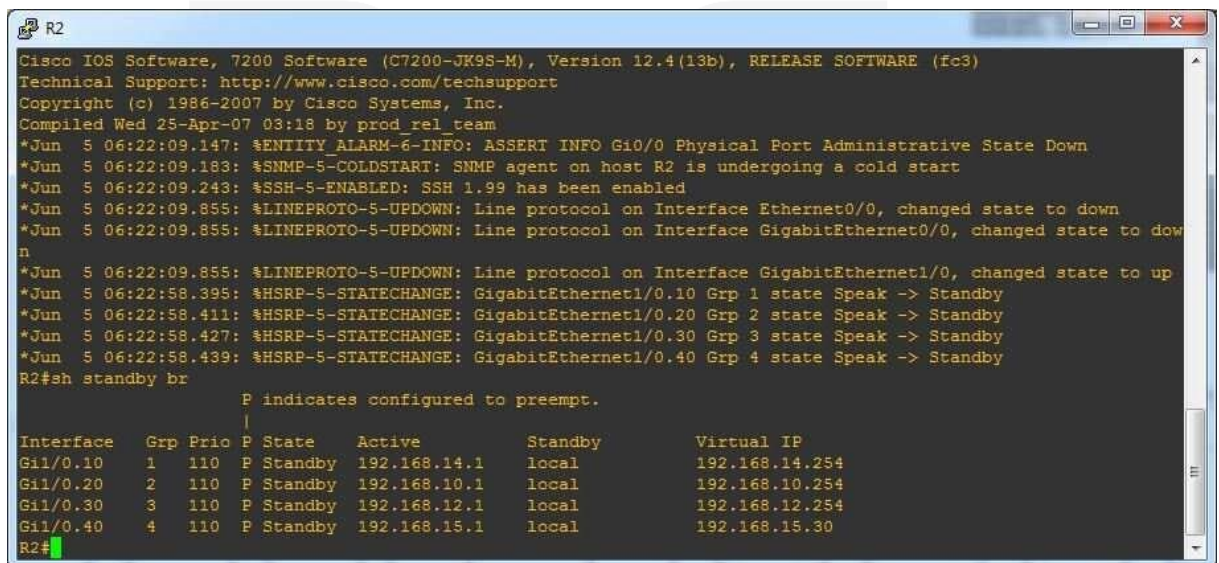
router lainnya sebagai *standby router*. *Active router* tersebut merupakan jalur utama yang akan dilalui oleh paket dalam lalu lintas jaringan.



```
*Jun 5 06:21:53.095: %SSH-5-ENABLED: SSH 1.99 has been enabled
*Jun 5 06:21:53.315: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet0/0, changed state to administratively down
*Jun 5 06:21:53.971: %LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet1/0, changed state to administratively down
*Jun 5 06:21:54.971: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0, changed state to down
*Jun 5 06:21:55.571: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR CRITICAL GBIC Slot 0/0 GBIC is missing
*Jun 5 06:22:28.099: %HSRP-5-STATECHANGE: GigabitEthernet0/0.10 Grp 1 state Speak -> Standby
*Jun 5 06:22:28.099: %HSRP-5-STATECHANGE: GigabitEthernet0/0.20 Grp 2 state Speak -> Standby
*Jun 5 06:22:28.103: %HSRP-5-STATECHANGE: GigabitEthernet0/0.30 Grp 3 state Speak -> Standby
*Jun 5 06:22:28.103: %HSRP-5-STATECHANGE: GigabitEthernet0/0.40 Grp 4 state Speak -> Standby
*Jun 5 06:22:28.599: %HSRP-5-STATECHANGE: GigabitEthernet0/0.10 Grp 1 state Standby -> Active
*Jun 5 06:22:28.603: %HSRP-5-STATECHANGE: GigabitEthernet0/0.20 Grp 2 state Standby -> Active
*Jun 5 06:22:28.607: %HSRP-5-STATECHANGE: GigabitEthernet0/0.30 Grp 3 state Standby -> Active
*Jun 5 06:22:28.611: %HSRP-5-STATECHANGE: GigabitEthernet0/0.40 Grp 4 state Standby -> Active
R1#sh standby
R1#sh standby br
P indicates configured to preempt.
Interface Grp Prio P State Active Standby Virtual IP
Gi0/0.10 1 120 P Active local 192.168.14.2 192.168.14.254
Gi0/0.20 2 120 P Active local 192.168.10.2 192.168.10.254
Gi0/0.30 3 120 P Active local 192.168.12.2 192.168.12.254
Gi0/0.40 4 120 P Active local 192.168.15.2 192.168.15.30
R1#
```

Gambar I. 7 Konfigurasi HSRP di R1.

Gambar diatas merupakan hasil *capture* dari konfigurasi HSRP pada perangkat R1. Perangkat *router* tersebut menjadi *active router* yang akan menjadi jalur utama dalam mendapatkan koneksi *internet*. Untuk kolom *standby* alamat IP yang ditampilkan merupakan alamat IP *sub-interface* dari R2 yang berperan sebagai *standby router*. Alamat IP *virtual gateway* pada R1 digunakan sebagai *gateway* untuk empat kategori pengguna berdasarkan vlan yang terdaftar.



```
Cisco IOS Software, 7200 Software (C7200-JK9S-M), Version 12.4(13b), RELEASE SOFTWARE (fc3)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2007 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 25-Apr-07 03:18 by prod_rel_team
*Jun 5 06:22:09.147: %ENTITY_ALARM-6-INFO: ASSERT INFO Gi0/0 Physical Port Administrative State Down
*Jun 5 06:22:09.183: %SNMP-5-COLDSTART: SNMP agent on host R2 is undergoing a cold start
*Jun 5 06:22:09.243: %SSH-5-ENABLED: SSH 1.99 has been enabled
*Jun 5 06:22:09.855: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/0, changed state to down
*Jun 5 06:22:09.855: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to down
*Jun 5 06:22:09.855: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet1/0, changed state to up
*Jun 5 06:22:58.395: %HSRP-5-STATECHANGE: GigabitEthernet1/0.10 Grp 1 state Speak -> Standby
*Jun 5 06:22:58.411: %HSRP-5-STATECHANGE: GigabitEthernet1/0.20 Grp 2 state Speak -> Standby
*Jun 5 06:22:58.427: %HSRP-5-STATECHANGE: GigabitEthernet1/0.30 Grp 3 state Speak -> Standby
*Jun 5 06:22:58.439: %HSRP-5-STATECHANGE: GigabitEthernet1/0.40 Grp 4 state Speak -> Standby
R2#sh standby br
P indicates configured to preempt.
Interface Grp Prio P State Active Standby Virtual IP
Gi1/0.10 1 110 P Standby 192.168.14.1 local 192.168.14.254
Gi1/0.20 2 110 P Standby 192.168.10.1 local 192.168.10.254
Gi1/0.30 3 110 P Standby 192.168.12.1 local 192.168.12.254
Gi1/0.40 4 110 P Standby 192.168.15.1 local 192.168.15.30
R2#
```

Gambar I. 8 Konfigurasi HSRP di R2.

Pada perangkat R2, kolom *active* merupakan alamat IP dari *sub-interface* R1 yang menjadi jalur utama yang digunakan untuk mendapatkan koneksi. Perangkat R2 akan menunggu dalam keadaan *standby* apabila *link interface* atau perangkat dari R1 mengalami gangguan atau mati sehingga perangkat R2 secara otomatis akan berperan sebagai *active router*. Hal tersebut akan menjaga koneksi di PDII-LIPI tetap hidup tanpa menunggu untuk tersambung kembali dalam waktu yang lama.

#### 4. Kesimpulan

PDII-LIPI sebagai lembaga yang terfokus pada jasa dokumentasi dan informasi membutuhkan jaringan yang *reliable* untuk menjalankan proses bisnisnya. Dalam perancangan jaringan harus memperhatikan beberapa hal seperti tata letak, pemilihan perangkat, maupun penentuan jalur kabel yang digunakan. Penggelaran kabel antar perangkat sebaiknya dibuat *redundant* dikarenakan apabila salah satu jalur mati maka dapat melewati jalur yang lain sehingga proses bisnis akan tetap berjalan secara maksimal. Selain itu melakukan dokumentasi terhadap konfigurasi maupun perangkat jaringan yang digunakan merupakan hal yang sebaiknya dilakukan agar dapat memudahkan dalam melakukan *maintenance*.

## 5. Daftar Pustaka

- [1] Kementerian Komunikasi Dan Informatika Republik Indonesia, "Kemkominfo: Pengguna Internet di Indonesia Capai 82 Juta," 8 Mei 2014. [Online]. Available: [http://kominfo.go.id/index.php/content/detail/3980/Kemkominfo%3A+Pengguna+Internet+di+Indonesia+Capai+82+Juta/0/berita\\_satker#.VIbSaDGUDSg](http://kominfo.go.id/index.php/content/detail/3980/Kemkominfo%3A+Pengguna+Internet+di+Indonesia+Capai+82+Juta/0/berita_satker#.VIbSaDGUDSg). [Accessed 9 Desember 2014].
- [2] Asosiasi Penyedia Jasa Internet Indonesia, "Asosiasi Penyedia Jasa Internet Indonesia - Statistik," 2014. [Online]. Available: <http://www.apjii.or.id/v2/read/page/halaman-data/9/statistik.html>. [Accessed 9 Desember 2014].
- [3] W. Tanenbaum, "Computer Networks," in *Computer Networks*, Pearson Education, Inc, 2011.
- [4] D. Stiawan, "Network Development Life Cycle," *Fundamental Internetworking Development & Design Life Cycle*, p. 2, 2009.
- [5] Cisco, "Cisco - The Hierarchical Network Design Model," Cisco, 2014. [Online]. Available: [http://www.cisco.com/web/learning/netacad/demos/CCNP1v30/ch1/1\\_1\\_1/index.html](http://www.cisco.com/web/learning/netacad/demos/CCNP1v30/ch1/1_1_1/index.html).
- [6] Cisco DocWiki, "Cisco DocWiki - Internetworking Technology Handbook," Cisco DocWiki, 2014. [Online]. Available: [http://docwiki.cisco.com/wiki/Internetworking\\_Technology\\_Handbook#Network\\_Management](http://docwiki.cisco.com/wiki/Internetworking_Technology_Handbook#Network_Management).
- [7] IT Artikel, "IT Artikel - Manajemen Jaringan Komputer," IT Artikel, 2014. [Online]. Available: <http://www.it-artikel.com/2012/10/manajemen-jaringan-komputer.html>.
- [8] Wireshark, "What is Wireshark?," 2014. [Online]. Available: [https://www.wireshark.org/docs/wsug\\_html\\_chunked/ChapterIntroduction.html](https://www.wireshark.org/docs/wsug_html_chunked/ChapterIntroduction.html).
- [9] Cisco DocWiki, "Cisco DocWiki - Quality of Service Networking," 2014. [Online]. Available: [http://docwiki.cisco.com/wiki/Quality\\_of\\_Service\\_Networking](http://docwiki.cisco.com/wiki/Quality_of_Service_Networking).